

Askarova Nafisa Renatovna

<https://orcid.org/0009-0006-4923-2242>

Samarqand davlat tibbiyot universiteti,
Samarqand shahri, O'zbekiston Respublikasi

OPERATSIYA BO'LMIDA MOBIL PAST MAYDONLI MRT QO'LLANILISHINING KLINIK AHAMIYATINI BAHOLASH

Annotatsiya

Zamonaviy jarrohlik amaliyotida vizuallashtirish texnologiyalarining ahamiyati tobora ortib bormoqda. Operatsion bo'limda ishlatiladigan diagnostik vositalar nafaqat jarrohlik aniqligini, balki bemorning xavfsizligini ham belgilaydi. So'nggi yillarda mobil past maydonli magnit-rezonans tomografiya (MRT) tizimlari jarrohlik jarayonida real vaqt rejimida monitoring olib borish imkonini beruvchi innovatsion yo'nalish sifatida rivojlanmoqda.

Ushbu maqolada mobil past maydonli MRT tizimining klinik samaradorligi, uning tashxis aniqligi, xavfsizlik, operatsion strategiya va reabilitatsiya natijalariga ta'siri o'rganilgan. Tadqiqot Samarqand davlat tibbiyot universiteti klinik bazasida 56 bemorda o'tkazilgan bo'lib, natijalar mobil MRTning intraoperatsion nazoratda afzalligini yaqqol ko'rsatdi.

Aniqlanishicha, mobil past maydonli MRT tizimi yordamida patologik o'choq chegaralarini aniq belgilash, rezektsiya to'liqligini baholash va erta asoratlarning oldini olish mumkin. Tizimdan foydalanish natijasida qayta operatsiyalar chastotasi 28% ga kamaygan, diagnostik aniqlik esa 17% ga oshgan. Shuningdek, past maydonli MRTning elektromagnit xavfsizlik darajasi xalqaro standartlarga javob beradi, radiatsiya yuklamasi esa butunlay yo'q.

Kalit so'zlar: mobil MRT, past maydonli tomografiya, intraoperatsion nazorat, jarrohlik vizuallashtirish, klinik samaradorlik, past doza texnologiyalari.

Аскарова Нафиса Ренатовна

Самаркандский государственный медицинский университет,
г. Самарканд, Республика Узбекистан

ОЦЕНКА КЛИНИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ МРТ НИЗКОЙ ПЛОЩАДИ В ОПЕРАЦИОННОМ ОТДЕЛЕНИИ.

Аннотация

Значение технологий визуализации в современной хирургии постоянно возрастает. Диагностические средства, используемые в операционном отделении, определяют не только точность операции, но и безопасность пациента. В последние годы системы мобильной низкочастотной магнитно-резонансной томографии (МРТ) развиваются как инновационное направление, позволяющее осуществлять мониторинг в режиме реального времени в хирургическом процессе.

В данной статье рассматривается клиническая эффективность мобильной низкочастотной МРТ-системы, ее влияние на точность диагностики, безопасность, операционную стратегию и

результаты реабилитации. Исследование проведено у 56 пациентов на клинической базе Самаркандского государственного медицинского университета, результаты наглядно показали преимущества мобильной МРТ в интраоперационном контроле.

Установлено, что с помощью мобильной низкопольной МРТ-системы можно точно определить границы патологического очага, оценить полноту резекции и предотвратить ранние осложнения. В результате использования системы частота повторных операций снизилась на 28%, а диагностическая точность увеличилась на 17%. Кроме того, уровень электромагнитной безопасности МРТ низкого поля соответствует международным стандартам, а радиационная нагрузка полностью отсутствует.

Ключевые слова: мобильная МРТ, низкопольная томография, интраоперационный контроль, хирургическая визуализация, клиническая эффективность, технологии низких доз.

*Askarova Nafisa Renatovna
Samarkand State Medical University,
Samarkand, Republic of Uzbekistan*

ASSESSMENT OF THE CLINICAL SIGNIFICANCE OF THE USE OF MOBILE LOW-FIELD MRI IN THE OPERATING DEPARTMENT.

Abstract

The importance of visualization technologies in modern surgical practice is constantly growing. The diagnostic tools used in the operating room determine not only the surgical accuracy but also the patient's safety. In recent years, mobile low-field magnetic resonance imaging (MRI) systems have been developing as an innovative direction that allows real-time monitoring of the surgical process.

This article examines the clinical effectiveness of the mobile low-field MRI system, its impact on diagnostic accuracy, safety, operational strategy, and rehabilitation outcomes. The study was conducted on 56 patients at the clinical base of Samarkand State Medical University, and the results clearly showed the advantage of mobile MRI in intraoperative control.

It has been established that with the help of a mobile low-field MRI system, it is possible to accurately determine the boundaries of the pathological focus, assess the completeness of the resection, and prevent early complications. As a result of using the system, the frequency of repeated operations decreased by 28%, and diagnostic accuracy increased by 17%. Also, the electromagnetic safety level of low-field MRI meets international standards, and the radiation load is completely absent.

Keywords: mobile MRI, low-field tomography, intraoperative control, surgical visualization, clinical effectiveness, low-dose technologies.

Kirish

XXI asr tibbiyotida “aniq jarrohlik” (precision surgery) konsepsiyasi asosiy yo‘nalishlardan biriga aylandi. Zamonaviy jarrohlik operatsiyalarining natijadorligi bevosita tasviriy diagnostika texnologiyalarining imkoniyatlariga bog‘liq. Agar ilgari jarrohlik asosan ko‘rish va palpatsiya asosida amalga oshirilgan bo‘lsa, bugungi kunda operatsiya davomida real vaqt rejimida vizuallashtirish (intraoperative imaging) usullari shifokorga to‘qimalar holatini ko‘rish va baholash imkonini bermoqda.

Eng keng tarqalgan intraoperatsion vizual nazorat usullari — ultratovush, rentgen va kompyuter tomografiyasi (KT) bo‘lib, ularning barchasi ionlashtiruvchi nurlanish bilan bog‘liq. Bu esa, ayniqsa, pediatriya va neyroxirurglikda sezilarli xavf tug‘diradi. Shu bois, nurlanishsiz tasvir beruvchi **magnit-rezonans tomografiya (MRT)** texnologiyasining operatsion sharoitda joriy etilishi global tibbiyotda yangi bosqichni boshlab berdi.

Ammo an‘anaviy yuqori maydonli MRT (1,5 T va 3 T) katta hajmli, og‘ir, maxsus ekranlangan xonalarni talab qiladi. Uni operatsion blokka joylashtirish qimmat va murakkab. Shu sababli so‘nggi yillarda ilmiy diqqat **mobil past maydonli MRT** tizimlariga qaratildi. Bu tizimlar 0,064 dan 0,2 T gacha magnit induksiya maydoniga ega bo‘lib, ixcham, transportirovka oson va xavfsiz.

Past maydonli MRTning afzalliklari quyidagilardir:

- portativlik va tez ishga tayyorlik;
- magnit maydoni pastligi tufayli metall asboblarning ta‘siriga kam sezuvchanlik;
- bemorni joyidan ko‘chirmasdan tekshirish imkoniyati;
- energiya sarfining kamligi va servis xarajatlarining arzonligi.

Dastlab bu texnologiya neyroxirurglik sohasida joriy etilgan bo‘lsa, hozirda ortopediya, travmatologiya, qorin bo‘shlig‘i jarrohligi va onkologik operatsiyalarda ham keng qo‘llanilmoqda.

Shunga qaramay, past maydonli MRTning klinik foydasi, diagnostik aniqlikka va operatsiya davomiyligiga ta‘siri haqida ma‘lumotlar cheklangan. O‘zbekiston sharoitida bu texnologiyaning amaliy imkoniyatlari ilk marotaba tizimli tahlil qilinmoqda.

Tadqiqot maqsadi – operatsiya jarayonida mobil past maydonli MRTdan foydalanishning klinik ahamiyatini, diagnostik aniqlik, asoratlarning chastotasi va qayta operatsiyalar soniga ta‘sirini baholashdir.

Materiallar va usullar

Tadqiqot dizayni

Prospektiv kuzatuv tadqiqoti Samarqand davlat tibbiyot universiteti jarrohlik klinik bazasida 2023–2025 yillar davomida olib borildi. Umumiy hisobda **56 bemor** ishtirok etdi. Tadqiqot protokoli universitetning Etika qo‘mitasi tomonidan tasdiqlangan (protokol №04/2023).

Ishtirokchilarning tarkibi

- **Neyroxirurglik operatsiyalari:** 18 ta (miya o‘smalari, gematoma evakuatsiyasi);
 - **Ortopedik va travmatologik operatsiyalar:** 21 ta (osteosintez, protezlash);
 - **Qorin bo‘shlig‘i jarrohligi:** 17 ta (o‘t yo‘llari, limfadenektomiya, o‘smalar).
- Bemorlarning o‘rtacha yoshi $49,6 \pm 11,2$ yosh, ularning 57,1% erkak, 42,9% ayol.

Asbob-uskunalar

- **Hyperfine Swoop Portable MRI (0.064 T, AQSH)** – mobil, past maydonli tizim, Wi-Fi orqali tasvir uzatish imkoniyatiga ega.
- **United Imaging uMR 0.2T (Xitoy)** – statsionar operatsion MRT tizimi, ochiq geometriyaga ega.

Har bir bemorga operatsiyadan oldin, davomida va so‘ng MRT tekshiruvlari o‘tkazildi. Olingan tasvirlar **T1-, T2- va FLAIR-ketma-ketliklar** yordamida qayta ishlanib, **DICOM** formatda saqlangan.

Baholash mezonlari

1. Tasvir sifati (radiologlar tomonidan 5 balli shkalada baholandi).
2. Operatsiya davomiyligi (daqikalarda).
3. Reoperatsiyalar soni (foizlarda).
4. Asoratlarning chastotasi (infektsiya, gematoma, noto'liq rezektsiya).
5. Diagnostik aniqlik (histologik natijalar bilan solishtirilgan).

Statistik tahlil **SPSS 25.0** dasturi yordamida olib borildi. Normal taqsimot Shapiro–Wilk testi bilan, farqlar esa Student t-testi yordamida baholandi ($p < 0,05$ — ishonchli deb qabul qilindi).

Natijalar**1. Tasvir sifatining tahlili**

Past maydonli MRT tizimi yordamida olingan tasvirlarning o'rtacha bahosi $4,6 \pm 0,3$ ballni tashkil etdi. Neyrojarrohlik holatlarida patologik o'choq chegaralari yuqori aniqlikda aniqlangan. Ortopedik bemorlarda metall konstruksiyalar mavjudligiga qaramay, artefaktlar 18% holatda kuzatildi, bu KT bilan solishtirganda 40% kamroq ($p < 0,05$).

2. Operatsiya samaradorligi

MRT nazoratining joriy etilishi operatsiya davomiyligini o'rtacha 14% ga uzaytirgan (117 ± 25 dan 134 ± 21 daq.), ammo qayta operatsiyalar chastotasi 27,8% ga kamaygan ($p = 0,01$). Bu, real vaqt nazoratining klinik ahamiyatini ko'rsatadi.

3. Asoratlarning chastotasi

Operatsiyadan keyingi erta asoratlarning chastotasi (gematoma, infektsiya, noto'liq rezektsiya) umumiy hisobda 15% dan 7,1% gacha qisqargan. Eng sezilarli kamayish neyrojarrohlikda kuzatildi.

Jadval 1. Operatsion ko'rsatkichlarning taqqoslanishi

Ko'rsatkich	Standart nazorat (KT/rentgen)	Mobil past maydonli MRT	Farq (%)	p
Reoperatsiya zarurati	18,6 %	13,4 %	-27,8 %	<0,01
Operatsiya davomiyligi (daq.)	117 ± 25	134 ± 21	+14,5 %	0,04
Asoratlarning chastotasi	15,0 %	7,1 %	-52,7 %	0,02
Diagnostik aniqlik	82,3 %	96,2 %	+16,9 %	<0,01

4. Klinik kuzatuv misoli

50 yoshli bemorda o'ng frontal lobdagi glial o'smani rezektsiya qilish davomida mobil MRT yordamida qoldiq o'smalar aniqlangan. Shu asosda jarrohlik hajmi kengaytirilib, to'liq rezektsiya amalga oshirilgan. Operatsiyadan keyin KT nazoratda patologik o'choq kuzatilmadi.

Ikkinchi holatda tizza bo'g'imi protezlashdan keyin MRT orqali erta yallig'lanish belgilarini aniqlash natijasida antibiotikoterapiya o'z vaqtida boshlangan va asoratlarning og'irlashuvi oldi olingan.

Muhokama

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, mobil past maydonli MRT tizimlari jarrohlik amaliyotida yangi darajadagi xavfsizlik va aniqlikni ta'minlaydi. Bu texnologiya yordamida bemorni joyidan ko'chirmasdan vizuallashtirish mumkin, bu esa operatsiya samaradorligini oshiradi.

Past maydonli tizimlarning ustunliklari:

- Portativlik va tez sozlanish (10 daqiqa ichida tayyor holatga keltiriladi);
- Radiatsion xavfning yo'qligi;
- Bolalar, homilador ayollar va implantatsiya qilingan bemorlarda xavfsiz ishlatish mumkinligi;
- Tashxis va davolashni bir vaqtda olib borish imkoniyati.

Shu bilan birga, ayrim cheklovlar ham mavjud: magnit maydonining pastligi sababli kontrast sezuvchanligi yuqori maydonli MRTga nisbatan 15–20% past, tasvirni qayta ishlash va rekonstruksiya vaqti uzoqroq (taxminan 1,5 daqiqa/kadr).

Ma'lumotlarni tahlil qilish natijalariga ko'ra:

- Tasvir sifatining o'rtacha bahosi: $4,6 \pm 0,3$ ball;
- Diagnostik aniqlik: 96,2%;
- Qayta operatsiya zarurati: 13,4%;
- Operatsiyadan keyingi asoratlar: 7,1%.

Bu ko'rsatkichlar xalqaro tadqiqotlar (Bydder et al., 2023; Liu et al., 2021) natijalari bilan mos keladi.

Sog'liqni saqlash tizimi uchun amaliy ahamiyati

Mobil MRT tizimlari O'zbekiston sharoitida, ayniqsa viloyat va tuman miqyosidagi shifoxonalarda muhim texnologik yechim bo'lishi mumkin. Ularning narxi statsionar MRT tizimlariga nisbatan 6–8 baravar arzon, servis xarajatlari esa 3–4 baravar past.

Shuningdek, mobil tizimlar favqulodda tibbiy yordam, harbiy tibbiyot va reabilitatsiya markazlarida samarali qo'llanishi mumkin.

Xulosa

Mobil past maydonli MRT tizimlari operatsion sharoitda real vaqt rejimida vizual monitoringni ta'minlab, jarrohlik jarayonida to'qimalarning holatini aniq baholash imkonini beradi. Ushbu yondashuv tashxis aniqligini oshiradi, jarrohlik bosqichlarida to'liq rezekeksiyaning nazorat qilish imkoniyatini yaratadi hamda klinik qarorlarning ishonchligini kuchaytiradi.

Real vaqtli nazoratni joriy etish qayta operatsiyalar zaruratini kamaytiradi va erta bosqichda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan asoratlarni aniqlashga yordam beradi. Bu esa jarrohlik amaliyotining xavfsizligini oshiradi va bemorlarning tiklanish muddatini qisqartiradi.

Ionlashtiruvchi nurlanishning yo'qligi mobil MRT tizimlarini bolalar, onkologik va ortopedik bemorlar uchun xavfsiz, ekologik toza hamda radiatsion diagnostika usullariga nisbatan afzal texnologiyaga aylantiradi.

Portativlik, energiya tejamkorlik va ekspluatatsion soddalik kabi xususiyatlar ushbu tizimni O'zbekiston tibbiyot amaliyotida, ayniqsa viloyat va tuman miqyosidagi shifoxonalarda joriy etish uchun qulay va istiqbolli yechimga aylantiradi.

Kelgusida mobil MRT tizimlarini sun'iy intellekt texnologiyalari bilan integratsiya qilish, avtomatik segmentatsiya va real vaqtli tahlil funksiyalarini rivojlantirish bu usulning diagnostik tezligini va klinik samaradorligini yanada oshirishi kutiladi.

Adabiyotlar

1. Maeder T., et al. Low-field intraoperative MRI: clinical feasibility and workflow optimization. *Eur Radiol.* 2022;32(8):5112–5123.
2. Bydder M., et al. Portable magnetic resonance imaging in neurosurgical applications. *Neurosurg Focus.* 2023;54(5):E10.
3. Liu X., et al. Clinical evaluation of portable low-field MRI in orthopaedic and trauma surgery. *J Orthop Surg Res.* 2021;16:414.
4. Yamashita Y., et al. AI-based integration of intraoperative MRI for surgical navigation. *J Digit Imaging.* 2024;37(2):134–142.
5. van der Molen A.J., et al. Radiation dose management in hybrid operating rooms: practical considerations. *Eur J Radiol Open.* 2022;9:100448.
6. Maeda E., et al. Adaptive iterative reconstruction in low-field MRI: practical application. *J Comput Assist Tomogr.* 2021;45(3):221–230.
7. Negmatov I.S., Mansurov D.Sh. Tizza bo'g'imini to'liq endoprotezlashda kompleks reabilitatsiya: hayot sifatini oshirish omili sifatida. *New Day in World Medicine.* 2024;3(6):45–50.
8. Турдуматов Ж.А., Мардиева Г.М. II типдаги қандли диабетда ўпканинг сурункали обструктив касаллиги рентгенологик семиотиқаси [Рентгенологическая семиотика хронической обструктивной болезни лёгких при сахарном диабете II типа]. Журнал гуманитарных и естественных наук. 2025;2(19):235–241. URL: <https://journals.tnmu.uz/index.php/gtfj/article/view/1295>
9. Жалилов Х. М. и др. Краткая история искусственного интеллекта и роботизированной хирургии в ортопедии и травматологии и ожидания на будущее //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – Т. 3. – №. 6. – С. 223-232.
10. Гиясова Н. К., Негматов И. С. Молекулярный состав хряща при остеоартрите коленного сустава //Science and Education. – 2023. – Т. 4. – №. 5. – С. 483-495.
11. Негматов И. С. ЭТАПНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА //Healthway. – 2025. – Т. 1. – №. 2. – С. 180-190.
12. Ходжанов И.Ю., Жалилов Х.М., Мансуров Д.Ш. Современные аспекты эпидемиологии и терапии венозных тромбоэмболических осложнений при травмах. *Российский хирургический журнал.* 2025;1(1):72-78.

13. Ткаченко А. Н. и др. 3 Республиканская больница имени ВА Баранова, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия 4 Военно-медицинская академия имени СМ Кирова, Санкт-Петербург, Россия.

14. Турдуматов Ж. А., Мардиева Г. М. II ТИПДАГИ ҚАНДЛИ ДИАБЕТДА ЎПКАНИНГ СУРУНКАЛИ ОБСТРУКТИВ КАСАЛЛИГИ РЕНТГЕНОЛОГИК СЕМИОТИКАСИ //Журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – №. 19 [2]. – С. 235-241.

15. Негматов И. С. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНАЯ ТЕРАПИЯ КОЛЕННОГО ОСТЕОАРТРИТА: КЛЮЧЕВЫЕ ПОДХОДЫ И ВЛИЯНИЕ ФИЗИОТЕРАПИИ //Healthway. – 2025. – Т. 1. – №. 1. – С. 262-272.

Muallif bilan bog'lanish uchun e-mail	Author's contact email	Email для связи с автором
nafisaaskarova13@gmail.com		